Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México,
Serie Zoología 73(1): 53-65. 2002

Osteología del lenguado *Citharichthys spilopterus* (Pisces: Pleuronectiformes)

ABRAHAM KOBELKOWSKY D. *

Resumen. La organización del esqueleto de *Citharichthys spilopterus* implica un gran aplanamiento y alargamiento vertical de los huesos, exceptuando los del neurocráneo. La asimetría del neurocráneo es consecuencia de la migración del ojo derecho. Se forma una falsa órbita ocular en el mesopterigoides izquierdo. Los suborbitales solo se encuentran en el lado derecho. El supraoccipital forma alveolos que reciben los pterigióforos dorsales. Es notable la reducción del tamaño de los actinósteos y del postcleitrum. Se desarrollan arcos hemales en algunas de las vértebras precaudales.

Palabras clave: peces, Pleuronectiformes, *Citharichthys*, osteología.

Abstract. The osteological study of the flounder *Citharichthys spilopterus* shows a remarkable flatting and vertical elongation of the majority of the bones, except those of the neurocranium. The outstanding asymmetry of the neurocranium is a result of the migration of the right eye. A false ocular orbit in the left mesopterygoid is formed. There are only right suborbitals. The supraoccipital has small alveolus for some of the first dorsal pterygiophores. In the scapular girdle, actinosts are reduced, as well as the postcleitrum. Haemal arches in some precaudal vertebrae are present.

Key words: fishes, Pleuronectiformes, *Citharichthys*, osteology.

Introducción

El lenguado *Citharichthys spilopterus* Günther 1862 es un representante de la familia Paralichthyidae (Nelson 1994), que se distribuye desde Nueva York hasta el sur de Brasil (Robins & Ray 1986). Es el lenguado más común en los sistemas lagunares costeros del Golfo de México (Reséndez & Kobelkowsky 1991).

* Laboratorio de Peces, Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixo 186, Col. Vicentina, Del. Iztapalapa, 09340 México, D.F.

Existen pocos trabajos sobre la biología de esta especie, sobresaliendo los de Tucker (1982), Castillo & Kobelkowsky (1992), Joyeux *et al.* (1995), Chaves & Vendel (1997), Toepfer & Fleeger (1995), Stickney *et al.* (1974).

Un número reducido de autores, como Norman (1934), Gregory (1959), Bürgin (1986), Chapleau (1988), Chapleau (1993) y Hoshino & Amaoka (1997) tratan aspectos osteológicos de lenguados. Particularmente sobre la anatomía del género *Citharichthys*, se encuentran el estudio de Chapleau (1993) relativo al complejo caudal de *Citharichthys arenaceus* y el de Castillo *et al.* (2000) acerca el sistema digestivo, las mandíbulas y el aparato branquial.

Debido a su importancia ecológica y a la escasez de estudios anatómicos y en especial osteológicos de *Citharichthys spilopterus*, se tiene como objetivo la descripción del esqueleto de esta especie.

Materiales y métodos

En la laguna de Tampamachoco, Veracruz, ubicada en la parte norte del estado de Veracruz, se colectaron 50 ejemplares de *C. spilopterus*, 20 de los cuales se fijaron en formaldehído al 10% y posteriormente se conservaron en alcohol etílico al 70%; los 30 restantes se procesaron para su descarnado por escarabajos derméstidos. Dos de los ejemplares fijados se transparentaron con potasa y se colorearon con alizarina roja.

Considerando que la familia Paralichthydae presenta ambos ojos del lado izquierdo del cuerpo, se tienen como términos equivalentes: lado derecho=lado ciego y lado izquierdo=lado oculado. La nomenclatura de los huesos se basó principalmente en el criterio de Hoshino & Amaoka (1998), organizándose el endoesqueleto de la siguiente manera:

Neurocráneo
- Región olfatoria
  - Etmoides
  - Etmoides lateral (Prefrontal)
  - Nasal
  - Vómer
- Región orbital
  - Lacrimal (suborbital 1)
  - Suborbitales 2-6 (lado ciego)
  - Esclerótico anterior
  - Esclerótico posterior
  - Pterosfenoides
  - Frontal
- Región ótica
  - Esfenótico
  - Pterótico
  - Proótico
  - Epiótico
  - Parietal
  - Intercalar
  - Supraoccipital
  - Exoccipital
  - Extraescapular
- Regiónbasal
  - Paraesfenoides
  - Basioccipital
  - Basiesfenoides

Branquiocráneo
- Arco mandibular
  - Premaxilar

- Maxilar
- Dentario
- Articular
- Angular

Serie hiopalatina
- Palatino
- Mesopterigoides
- Ectopterigoides
- Metapterigoides
- Hiomandibular
- Simpléctico

Aparato hioideo
- Interhial
- Epihial
- Ceratohial
- Hipohial dorsal
- Hipohial ventral
- Urohial
- Glosohial
- Branquiostegos1-7

Opérculo
- Opercular
- Subopercular
- Interopercular
- Preopercular

Aparato branquial
- Basibranquiales1-3
- Hipobranquiales1-3
- Ceratobranquiales1-5
- Epibranquiales1-4
- Faringobranquiales1-4

Esqueleto apendicular
- Cintura escapular
- Postemportal
- Supracleitrum
- Cleitrum
- Postcleitrum
- Escápula
- Coracoides
- Actinósteos1-4

Cintura pélvica
- Basipterigium

Columna vertebral
- Vértebras precaudales
- Vértebras caudales
- Complejo caudal
- Costillas dorsales
- Costillas ventrales

Soportes de aletas impares
- Pterigióforos dorsales
- Pterigióforos anales

Las ilustraciones se realizaron mediante una cámara lúcida acoplada a un microscopio estereoscópico Wild M3Z.

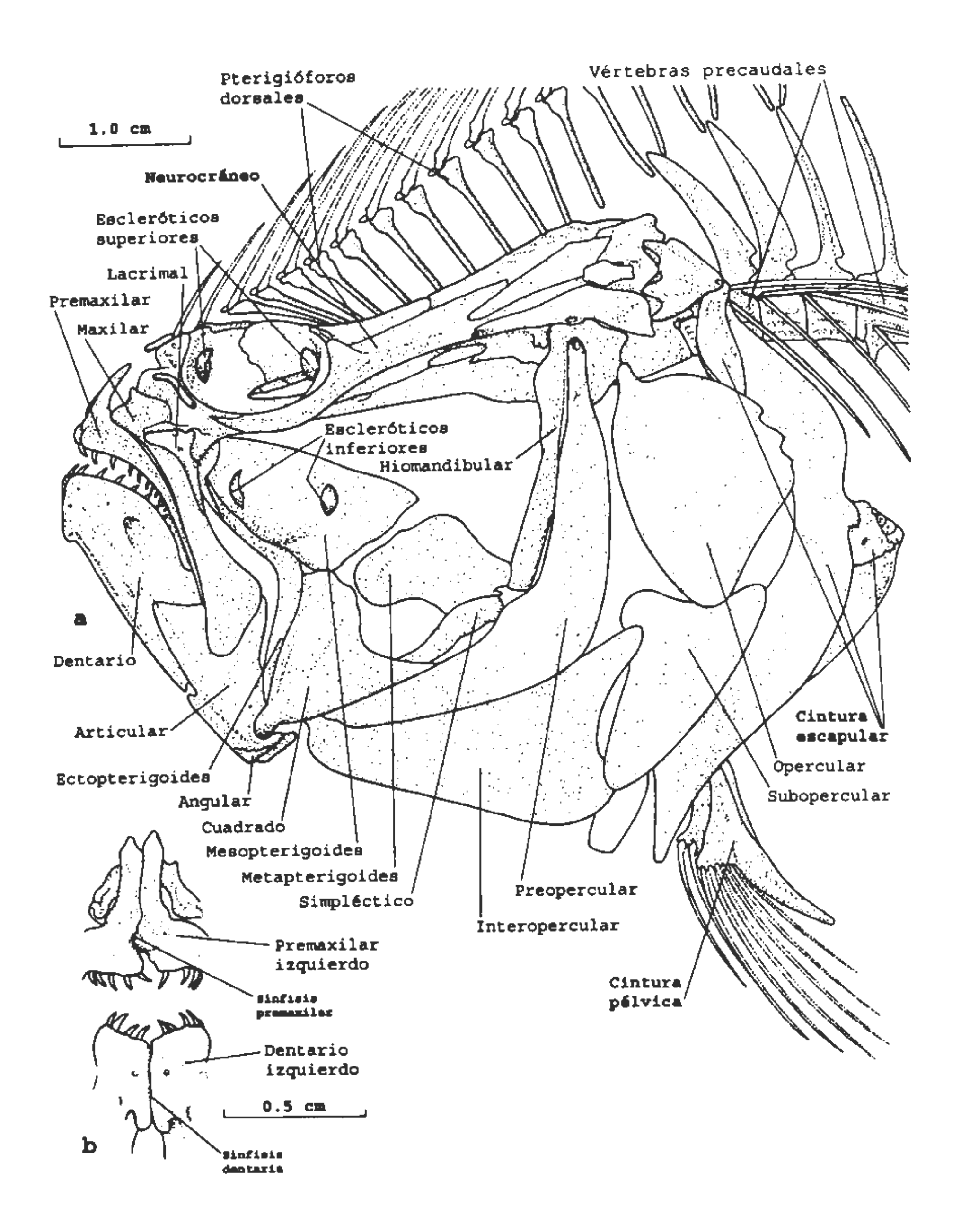


Fig. 1. Esqueleto cefálico de *Citharichthys spilopterus*, a) vista lateral izquierda (lado oculado); b) vista anterior de las sínfisis mandibulares.

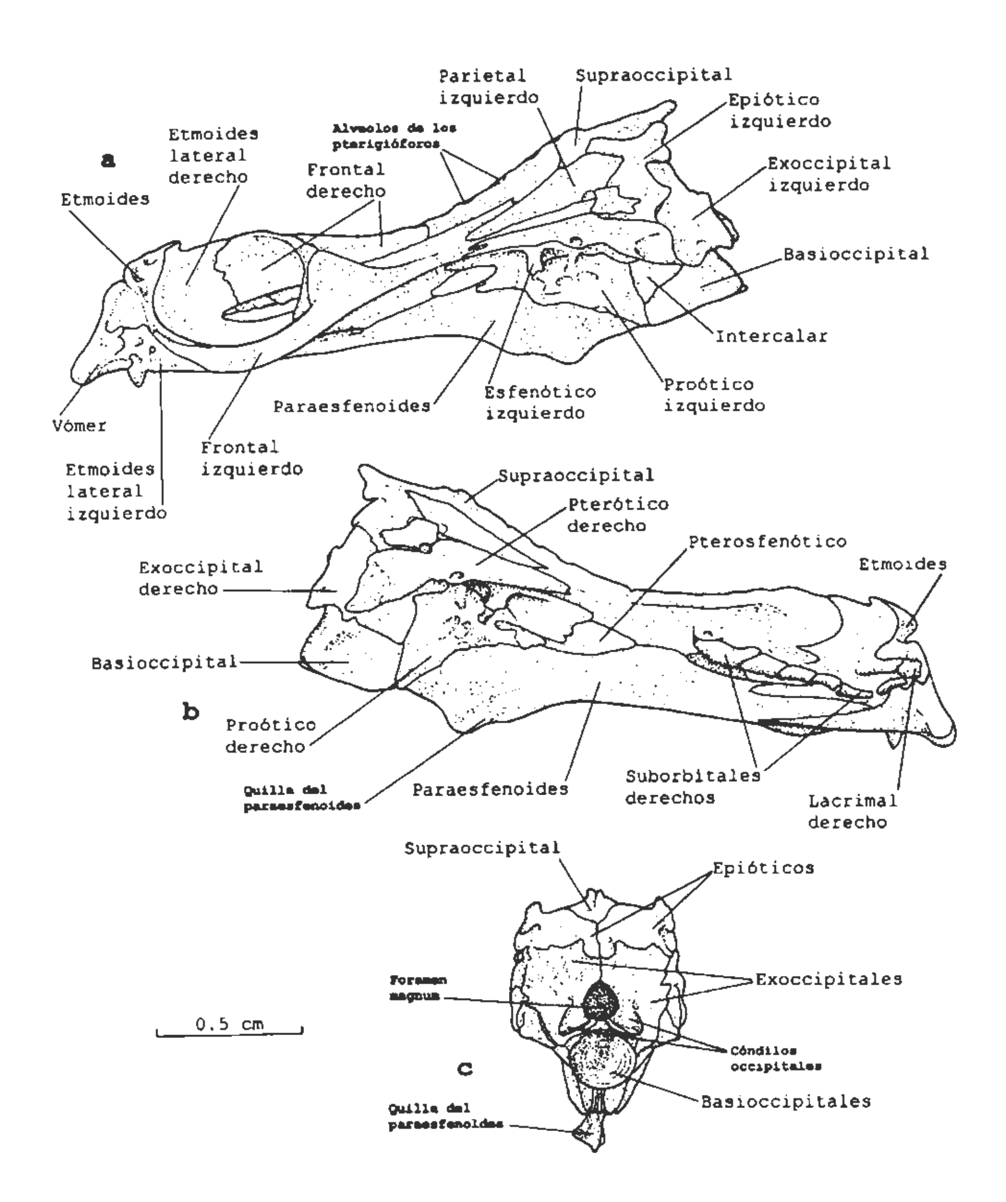


Fig. 2. Neurocráneo de *Citharichthys spilopterus*, a) vista lateral izquierda (lado oculado); b) vista lateral derecha (lado ciego); c) vista posterior.

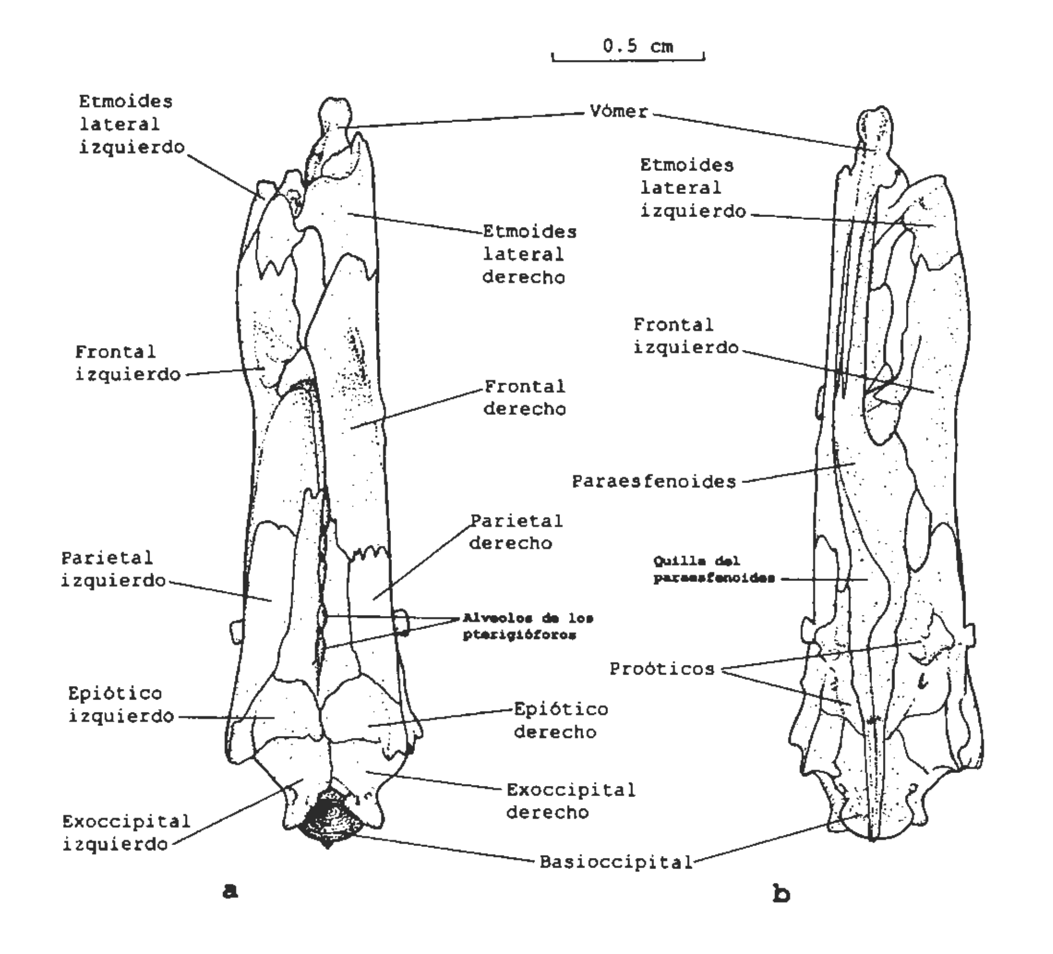


Fig. 3. Neurocráneo de *Citharichthys spilopterus*; a) vista dorsal; b) vista ventral.

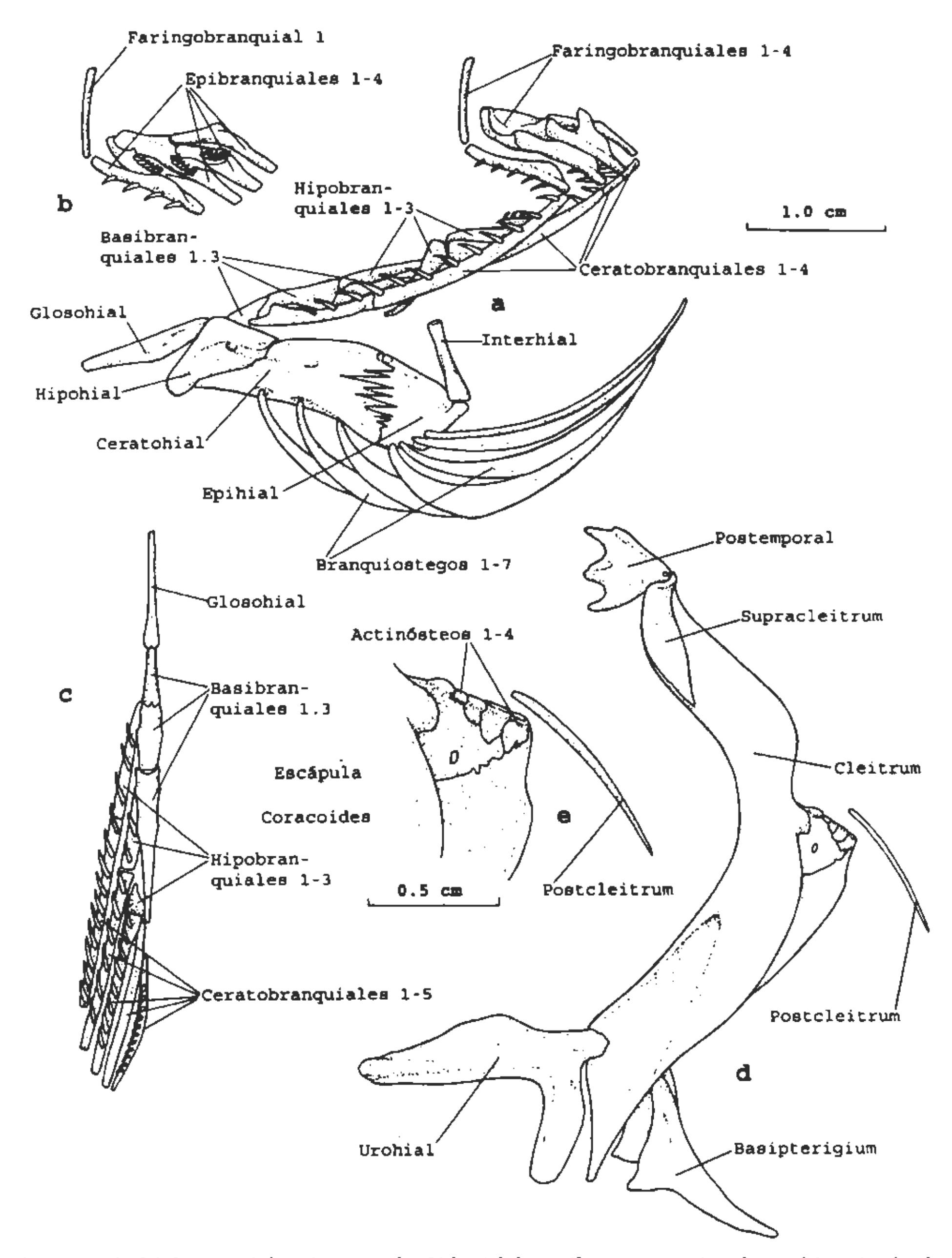


Fig. 4. Serie hiobranquial y cinturas de *Citharichthys spilopterus*, a) vista lateral izquierda de los aparatos branquial y hioideo; b) vista interna de las ramas superiores de los arcos branquiales; c) vista dorsal de las ramas inferiores del aparato branquial; d) vista lateral izquierda de las cinturas escapular y pélvica; e) relación de los actinósteos con la escápula.

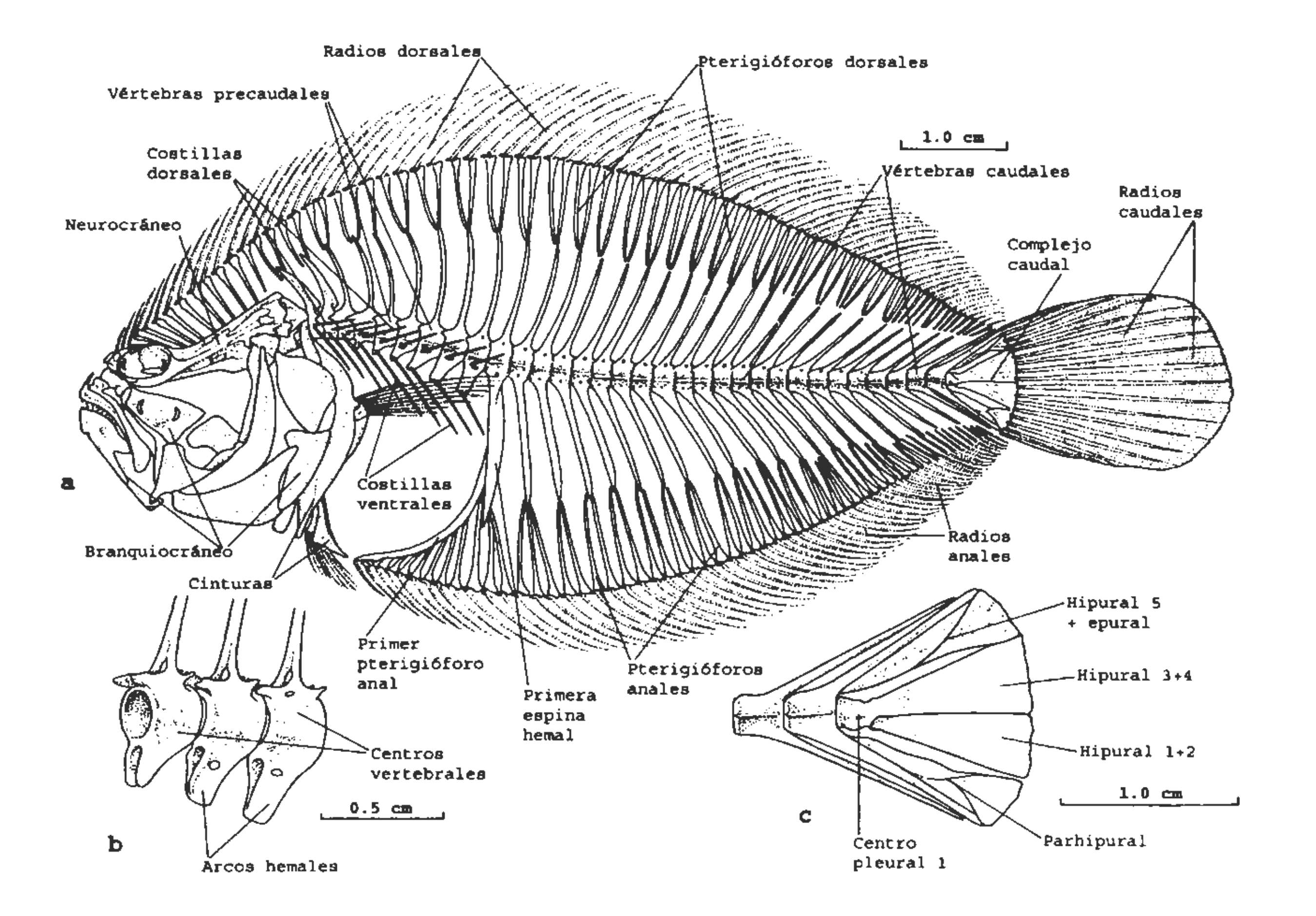


Fig. 5. Esqueleto de *Citharichthys spilopterus*, a) vista lateral izquierda del esqueleto completo; b) vista anterolateral de las vértebras precaudales 7 a 9; c) vista lateral izquierda del complejo caudal.

Resultados

Neurocráneo

El neurocráneo de *Citharichthys spilopterus* es alargado y angosto; y es notablemente asimétrico, principalmente en su porción anterior (Figs. 2 y 3). Su pared derecha (lado ciego) es plana, mientras que la izquierda (lado oculado) lleva la órbita ocular que alberga al ojo superior u ojo migratorio. Esta órbita está formada por los frontales derecho e izquierdo, el etmoides lateral derecho y el etmoides.

Dorsalmente el neurocráneo muestra la cresta supraoccipital desviada ligeramente hacia el lado izquierdo, y que lleva orificios para la implantación de parte de los primeros pterigióforos de la aleta dorsal (Figs. 1a, 2a y 3a).

Ventralmente el vómer y el paraesfenoides están desviados hacia el lado derecho (Fig. 3b); este último hueso forma una marcada quilla curvada en S, que recibe a los músculos aductores del arco palatino. La original órbita del ojo inferior (izquierdo) está reducida a una ranura entre el prefrontal y frontal izquierdos y el paraesfenoides, por la cual pasan los músculos oculares y el nervio óptico.

En la porción posterior del neurocráneo son notables la irregularidad del proótico que lleva varios foramina (Fig. 2a y 2b), y la orientación hacia arriba del basioccipital.

Internamente no se observa una separación entre el miodomo posterior y la caja craneana, de la cual, aproximadamente la mitad, está ocupada por los músculos oculares rectos y por los nervios ópticos.

Los huesos nasales son notablemente reducidos y tienen aspecto tubular (Fig. 1a). Los lacrimales son asimétricos; el del lado oculado es triangular y con el extremo posterior puntiagudo, mientras que el del lado ciego es considerablemente pequeño y está seguido por una serie recta de seis suborbitales (Fig. 2 b).

Branquiocráneo

Tanto el premaxilar como el maxilar son alargados y esbeltos (Fig. 1a); el premaxilar tiene el borde bucal dentado y cóncavo, el cual coincide con la convexidad del borde del dentario. En la sínfisis premaxilar el elemento izquierdo forma un pequeño cóndilo, que entra en una foceta del derecho (Fig. 1b). El borde bucal del dentario lleva dientes y es convexo, coincidiendo con el borde cóncavo del premaxilar; el proceso posterior es notablemente curvo. El articular tiene el proceso coronoide muy delgado.

En la serie hiopalatina del lado oculado (izquierdo) se forma una nueva órbita ocular, por la concavidad del mesopterigoides y el reborde del ectopterigoides (Fig. 1a). Existe cierta discontinuidad entre el mesopterigoides, metapterigoides, cuadrado y simpléctico.

Los elementos del aparato hioideo son planos (Fig. 3a), siendo tanto el glosohial como el interhial relativamente largos. Los branquiostegos en número de siete son muy curvos y se despliegan hacia abajo, siendo los intermedios los más amplios. El urohial tiene forma de L y se articula mediante dos procesos con los cleitra (Fig. 4d).

Se observa una discontinuidad entre los elementos del opérculo (Fig. 1a). El preopercular es largo y esbelto; el opercular es ovalado, mientras que el subopercular y el interopercular son triangulares.

Los huesos del aparato branquial (Fig. 4a y 4c) son notablemente delgados; las ramas superiores de los arcos branquiales tienen cerca de un tercio de la longitud de las inferiores. Las branquiespinas son delgadas, de mediana longitud y no llevan dientes. El ceratobranquial 5, también llamado hueso faríngeo inferior es muy delgado y lleva una sola hilera de dientes puntiagudos, dirigidos hacia atrás (Fig. 4c). Los faringobranquiales 2,3 y 4 forman un proceso con seis dientes cada uno, curvados hacia atrás (Fig. 4b).

Esqueleto apendicular

La cintura escapular es amplia en el sentido vertical (Fig. 4d), principalmente por la gran longitud del cleitrum, el que muestra una amplia fosa inferior para el origen del músculo esternohioideo. El postcleitrum es muy delgado y no se articula con la cintura. Unido al neurocráneo se reconoce el postemporal (Figs. 1a y 4d), el cual es triangular y con varias escotaduras. La escápula es relativamente pequeña. Los actinósteos son muy pequeños y están estrechamente unidos a la escápula. Ésta lleva un pequeño foramen y se une al coracoides.

El basipterigium es aplanado lateralmente, tiene forma de L y se articula con el cleitrum; el elemento del lado ciego es más corto y de posición más anterior (Figs. 1a y 4d).

Columna vertebral

La columna vertebral (Fig. 5) está formada por 10 vértebras precaudales y 27 caudales además del centro preural 1. La espina neural de la primera vértebra se adosa firmemente a la pared posterior del neurocráneo. Las vértebras precaudales 2 y 3 muestran crestas neurales, mientras que las vértebras 5 a 7 llevan procesos transversos, que en las vértebras 8 a 10 se unen para formar arcos hemales (Fig. 5b).

El complejo caudal (Fig. 5c) está formado de abajo hacia arriba por el parhipural, el hipural 1+2, el hipural 3+4, unido al centro preural 1, y el hipural 5+ epural. Las espinas neural y hemal de la última vértebra típica no intervienen en el soporte de los radios caudales.

La primera vértebra carece de costillas y su espina neural se adosa a la pared posterior del neurocráneo. Las vértebras precaudales 2 a 7 llevan costillas dorsales o epipleurales y ventrales o pleurales (Fig. 5a).

Soportes de aletas impares

Los pterigióforos dorsales, formados por componentes proximal y distal, son aproximadamente 75 (Fig. 5a), estando los primeros 10 en contacto directo con la cresta supraoccipital del neurocráneo (Fig. 1a).

Los pterigióforos anales, formados por componentes proximal y distal, son aproximadamente 52 (Fig. 5a), de los cuales el primero es notablemente largo y curvado, surcado posteriormente; se pone en contacto con la primera espina anal.

Discusión

En términos generales, la organización del esqueleto de *Citharichthys spilopterus* corresponde a la del orden Pleuronectiformes, que como indica Gregory (1959) parece derivar de los Perciformes.

Tanto el cuerpo como el esqueleto de esta especie muestran un extremo aplanamiento lateral, común a todos los Pleuronectiformes, que implica que muchos huesos sean considerablemente planos y alargados en el sentido vertical.

Asimismo, es notable la marcada asimetría debida principalmente a la migración de uno de los ojos al lado contrario. Esto último, Brewster (1987) lo considera como la única sinapomorfía que integra a los Pleuronectiformes como un grupo monofilético. Los cambios morfológicos del neurocráneo durante la metamorfosis de la larva de los lenguados han sido descritos en lo general por varios autores como Norman (1934) y Policansky (1982) y otros con más detalle, como Brewster (1987).

En *C. spilopterus*, como en todos los Pleuronectiformes, la asimetría es más acentuada en el neurocráneo, principalmente en la porción anterior. La formación de la órbita del ojo migratorio, es decir, del ojo derecho implica que sean asimétricos los huesos frontales, los etmoides laterales y el etmoides.

De acuerdo con Castillo-Rivera *et al.* (2000) la orientación de la boca en *C. spilopterus* se debe a la posición oblicua de los huesos de las mandíbulas, y la forma curva de la boca, al borde cóncavo del premaxilar y el borde convexo del dentario. La asimetría del arco mandibular se debe a la mayor longitud de la mandíbula del lado ciego (derecho) y a la irregular sínfisis premaxilar. La dentición mandibular corresponde al hábito carnívoro, determinado por Castillo-Rivera *et al.* (2000).

La asimetría de la serie hiopalatina resulta de la formación de una falsa órbita ocular por el mesopterigoides y el ectopterigoides del lado oculado.

La característica sobresaliente en la serie opercular es la discontinuidad entre sus huesos. La curvatura y separación entre los branquiostegos corresponde con la amplitud y la forma del opérculo.

El urohial es un hueso que difiere considerablemente en su forma con relación al de los Perciformes; su amplia escotadura anteroventral permite la comunicación de las dos cámaras branquiales.

El aparato branquial muestra como principal característica la gran longitud de las ramas inferiores de los arcos branquiales con respecto a las superiores. Asimismo, es llamativo el alargamiento del suspensor faríngeo o infrafaringobranquial 1.

De todo el cuerpo, el cleitrum es el hueso más largo, siendo notable, a diferencia de los Perciformes, la marcada fosa donde se origina el músculo esternohioideo.

Asimismo, es sobresaliente la reducción del tamaño de los actinósteos. La asimetría de los basipterigios se debe al menor tamaño del elemento derecho. Como en los Perciformes, estos huesos se unen a los cleitra.

La relativa reducción del tamaño de la cavidad visceral está relacionada con el bajo número de vértebras precaudales, el alargamiento vertical tanto del cleitrum como del primer pterigióforo anal y la primera espina hemal. Dicha reducción implica que los ovarios se desarrollen fuera de la cavidad visceral, entre los pterigióforos anales y la musculatura axial, como describe Kobelkowsky (2000) en los Achiridae.

Los caracteres de la columna vertebral que difieren considerablemente de los Perciformes, son la presencia de crestas ventrales en vértebras precaudales y el gran alargamiento vertical, tanto de los procesos o espinas neurales como de los hemales.

Relacionada con el adelanto de la aleta dorsal de los Pleuronectiformes, se encuentra en *C. Spilopterus* la presencia en la cresta supraoccipital de alveolos que reciben a varios de los primeros pterigióforos dorsales.

Agradecimientos. El presente trabajo se realizó con el apoyo del CONACYT, convenio D0254-N9201 y de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.

Literatura citada

BREWSTER, B. 1987. Eye migration and cranial development during flatfish metamorphosis: a reappraisal (Teleostei: Pleuronectiformes). *Journal of Fish Biology 31*:805-833.

BÜRGIN, T. 1986. The syncranial morphology of the bastard sole *Microchirus theophila* (Risso, 1810) (Pleuronectiformes, Soleidae). *Netherlands Journal of Zoology* (1986):117-161.

CASTILLO-RIVERA, M. & A. KOBELKOWSKY. 1992. First record of reversal in the flounder *Citharichthys spilopterus* (Bothidae). *Copeia 1992*(4):1094-1095.

CASTILLO-RIVERA, M., A. KOBELKOWSKY & A.M. CHÁVEZ. 2000. Feeding biology of the flatfish *Citharichthys spilopterus* (Bothidae) in a tropical estuary of Mexico. *Journal of Applied Ichthyology 16*(2000):73-78.

CHAVES, P.D.T.C. & A.L. VENDEL. 1997. Reproductive indices from species of *Citharichthys* Bleeker (Teleostei, Pleuronectiformes) at the Guaratuba Bay, Parana, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia 14*:73-79.

CHAPLEAU, F. 1988. Comparative osteology and intergenetic relationships of the tongue soles (Pisces; Pleuronectiformes; Cynoglossidae). *Canadian Journal of Zoology 66*:1214-1232.

CHAPLEAU, F. 1993. Pleuronectiform relationships: a cladistic reassessment. *Bulletin of Marine Science 52*(1):516-540.

GREGORY, W.K. 1959. *Fish skulls. A study of the evolution of natural mechanisms.* Eric Lundberg, Laurel, Florida. 481 p.

HOSHINO, K. & K. AMAOKA. 1998. Osteology of the flounder, *Tephrinectes sinensis* (Lacepède) (Teleostei: Pleuronectiformes), with comments on its relationships. *Ichthyological Research 45*(1):69-77.

JOYEUX, J.C., J.M. MILLER, C. ALIAUME & A. ZERBI. 1995. Growth of sand whiff *Citharichthys arenaceus* and bay whiff *Citharichthys spilopterus* (Pleuronectiformes, Bothidae) in Puerto Rico (Greater Antilles), and North Carolina (USA), with comments on growth-rate comparisons. *Netherlands Journal of Sea Research 34*:211-220.

KOBELKOWSKY, D. A. 2000. Sistema urogenital de los lenguados de la familia Achiridae (Pisces: Pleuronectiformes) del Golfo de México. *Hidrobiológica 10*(1): 51-60.

NELSON, J.S. 1994. *Fishes of the world*. John Wiley & Sons, New York. 600 p.

NORMAN, J.R. 1934. *A systematic monograph of the flatfishes (Heterosomata). I. Psettodidae, Bothidae, Pleuronectidae*. British Museum, London. VIII+459 p.

POLICANSKY, D. 1982. The asymmetry of flounders. *Scientific American 246*:116-122.

RESÉNDEZ-MEDINA, A. & A. KOBELKOWSKY D. 1991. Ictiofauna de los sistemas lagunares costeros del Golfo de México, México. *Universidad y Ciencia 8*(15):91-110.

ROBINS, C.R. & G.C. RAY. 1986. *A field guide to Atlantic coast fishes of North America*. The Peterson field guides series 32. Houghton Mifflin, Boston, Massachusetts. 354 p.

STICKNEY, R.R., G.L. TAYLOR & R.W. HEARD. III. 1974. Food habits of Georgia estuarine fishes. I. Four species of flounders (Pleuronectiformes. Bothidae). *Fishery Bulletin* 72:515-525.

TOEPFER, C.S. & J.W. FLEEGER. 1995. Diet of juvenile fishes *Citharichthys spilopterus, Symphurus plagiusa,* and *Gobionellus boleosoma*. *Bulletin Marine Science 56*:238-249.

TUCKER, J.W. 1982. Larval development of *Citharichthys cornutus, C. gymnorhinus, C. spilopterus,* and *Etropus crossotus* (Bothidae), with notes on larval occurrence. *Fishery Bulletin 80*:35-73.

Recibido: 28. VII. 2001
Aceptado: 14. XII. 2001